Aus dem Städt. Krankenhaus Berlin-Wilmersdorf
(Dirig. Arzt: Prof. Dr. Baetzner).

Zur Frage der Tetanusprophylaxe

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Joachim Kurtz

aus Berlin

Tag der Promotion: 25. November 1940

Buchdruckerei und Verlag Rudolph Pfau, Berlin NW 7, Luisenstraße 21

M 308

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. K r e u z
Referent: Prof. Dr. B a e t z n e r
Korreferent: Prof. Dr. R o s t o c k

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Vorbemerkung.

Bei Abschluß der Arbeit lagen noch keine statistischen Ergebnisse über die Erfahrungen betreffs der Anwendung der Serumprophylaxe im Polenfeldzug und im jetzigen Krieg vor, so daß sich sämtliche Angaben über Kriegserfahrungen und -beobachtungen auf den Weltkrieg beziehen.

Von allen Wundinfektionskrankheiten ist der Tetanus mit Recht die gefürchtetste. Seine besondere Stellung wird neben der Bösartigkeit noch dadurch unterstrichen, daß die Bakterieninvasion weder an der Wunde noch an einer anderen Stelle des Organismus eine nachzuweisende pathologisch-anatomische Veränderung bewirkt.

Als exogenes Moment für eine Infektion durch Tetanusbazillen kommt folgendes in Betracht: Fast überall, wo sich Menschen und Tiere aufhalten und wo eine ausgiebige, kulturelle Bearbeitung des Bodens stattfindet, kann man den Erreger feststellen. Ausgedehnte, zahlreiche Bodenuntersuchungen bewiesen mit absoluter Sicherheit, daß sich die Bazillen regelmäßig in gedüngter Gartenerde, bebautem Acker- und Wiesenland, Abwässern, im Straßenkehrricht und Staub vorfinden. Die Zusammenstellung der Tetanuserkrankungen im Weltkrieg ergab, daß im Westen der Starrkrampf erheblich häufiger auftrat als im Osten, obgleich es im Kriege auch noch andere prädisponierende Ursachen zur Entstehung der Tetanusinfektion als den Gehalt von Tetanuskeimen im Boden des betreffenden Landstriches gibt. So stellte Berghaus in Baden fest, daß die Mortalität an Wundstarrkrampf auf dem Lande doppelt so groß ist wie in den Industriebezirken, und auch die Statistik der chirurgischen Klinik von Bern ergab, daß das Maximum an Starrkrampferkrankungen mit der Zeit intensivster Landbebauung zusammenfällt. Lukas fand den Bacillus in Pferdeexkrementen zu 90%, Joseph in denen des Rindes zu 100%. Stuhluntersuchungen beim Menschen durch Buzello, Tenbroeck, Bauer und Sonnenburg ergaben, daß ca. 36% der Untersuchten dauernd Tetanusbacillen und -sporen im Darm aufwiesen.

Aber trotz des häufigen Vorkommens des Bacillus ist der Starrkrampf eine relativ seltene Erkrankung, die auch im Weltkriege sogar unter 1% betrug. Das Mißverhältnis zwischen dem ubiquitären Vorkommen des Bacillus und den Erkrankungen erklärt Brunner durch die dem Inficienz sowohl wie die dem Infektum speziell zukommenden Faktoren, aus der Verschiedenartigkeit der Virulenz und aus den uns nicht genügend bekannten Außenweltsformen der Parasiten. Eisler sieht in der Beschaffenheit der Wunde, in der Art der Gewebsschädigung und in dem Vorkommen anderer Bakterien und der daraus resultierenden Mischinfektion begünstigende Momente für das Zustandekommen des Tetanus. Tizzoni glaubte zwar, beim Menschen vorgebildete, natürliche Antitoxine nachweisen zu können, die die Aufgabe haben, die nach dem haftengebliebenen Tetanusinfekt gebildeten Toxine zu neutralisieren, jedoch sind auch die sich im Verlauf einer Krankheit bildenden Antitoxine (Nöggerath u. Schottelius) derart gering, daß Zoeller, Buzello, Bérard, Lumière u. a. von Reinfektionen und schnell aufeinanderfolgenden Tetanusrecidiven bei ein und demselben Kranken berichten konnten. Saegesser rechnet ebenfalls mit der Möglichkeit einer wenn auch nur sehr geringgradigen Immunität gegenüber der Tetanusinfektion bei einer ortsansässigen ländlichen Bevölkerung, deren Unempfindlichkeit durch die Vielzahl erdinfizierter Wunden bedingt ist.

Die hohe Tetanusmortalität früherer Kriege jedoch, nach verschiedenen Autoren ca. 85% betragend, und das überraschend gehäufte Auftreten des Starrkrampfes zu Beginn des Weltkrieges erforderte unbedingt prophylaktische Maßnahmen, zumal nach Konrich keine Mobilmachungsvorbereitung für Tetanusvorbeugung bestand. Die Forderung einer wirksamen Prophylaxe schien umso gerechtfertigter, da die Therapie des ausgebrochenen menschlichen Wundstarrkrampfes trotz der Entdeckung und Anwendung des antitoxischen Tetanusimmunserums auch heute noch nicht befriedigt. Außerdem ergaben Vorkriegsuntersuchungen von Händel und Uhlenhuth auch in fast allen militärischen Kleidungsstücken das Vorkommen von Tetanusbacillen. Heim, Fernbach und Rullger schlugen deshalb vor, die Uniformen der Soldaten mit als Antiseptika bekannten Mitteln zu imprägnieren. Nun ruft gerade der Krieg in erster Linie Verletzungen hervor, bei denen an Tetanus gedacht werden muß, d. h. tiefgehende Wunden, die durch Erde oder Straßenschmutz verunreinigt sind und die Fremdkörper aller Art wie Geschosse, Tuchfetzen, Holzsplitter usw. aufweisen.

Nach Franz sank die Sterblichkeit dank der Serumbehandlung bei den Deutschen im Weltkrieg von 75% auf 51,4%, bei den Engländern von 78,2% auf 24%, während der französische Sanitätsbericht bei 6050 Fällen eine Mortalität von 86,1% errechnete.

Bérard gab nach einer französischen Statistik 1914 eine Mortalität an Tetanus von 68% an, während Stricker bei den deutschen Verwundeten eine Mortalität von 54,5% bei 712 Tetanusfällen fand, und Gußmann errechnete von 396 Fällen in den württembergischen Heimatlazaretten vom Beginn des Krieges bis April 1916 eine Gesamtmortalität von 61,9%. Kreuter berichtet aus Bayern, daß im ersten Kriegsjahr von 60 000 Verwundeten 0,7% starben, davon 0,4% allein an Tetanus.

Daß eine rechtzeitige Serumanwendung der Krankheit vorbeugt, schien schon damals (dank der genialen Entdeckung v. Behrings) für den Serologen hinreichend festzustehen. Brunner sagt dazu: „Diese Entdeckung v. Behrings gehört zu den größten Wohltaten, die der Menschheit zuteil geworden sind." Denn nachdem es v. Behring und seinem Mitarbeiter Kitasato gelang, 1891, dem Geburtsjahr der Serotherapie, wundstarrkrampfkranke Tiere durch Injektion von Blutserum eines gegen diese Krankheit immunisierten Tieres, das die spezifischen Antitoxine in sich trug, zu heilen, forderte er gegen den Tetanus die Antitoxinbehandlung und zwar die prophylaktische, um die Toxine der Tetanusbacillen, Tetanospasmin und -lysin, in ihrer rein vergiftenden Wirkung zu neutralisieren. Die chemische Struktur des Antitoxins und der genaue Vorgang der Toxin-Antitoxinbindung sind uns bis heute noch nicht bekannt. Nach v. Behring verläuft die Toxinbindung in drei Phasen: Zuerst erfolgt eine reversible Adsorbtion mit anschließender chemischer Bindung, bis endlich der fermentative Abbau unter Mitwirkung des Komplementes einsetzt. Die günstigsten Bedingungen für eine Neutralisation der Toxine findet das prophylaktisch gegebene Serum sofort oder ganz kurz nach der Verletzung, wenn das Gift noch in der Wunde selbst oder höchstens in die Lymph- und Blutgefäße der näheren Umgebung vorgedrungen ist. Von dort gelangt das Gift infolge seiner Affinität zur Nervenzelle in die Endapparate der großen motorischen Nervenstämme, um von dort zentripetal an die motorischen Vorderhornganglien und weiter zur Medulla oblongata zu gelangen. Das Antitoxin vermag aber nicht in die Nervenzellen einzudringen, und so kann es auch nicht das Toxin neutralisieren, wenn es erst einmal im Nerven verankert ist. Selbst eine direkte Injektion des Antitoxins in die Hirnsubstanz kann

keine Loslösung des gebundenen Giftes mehr bewirken. Die Wirksamkeit des Antitoxins im Organismus ist nun proportional der zugeführten Antitoxinmenge, die Serummenge dagegen ist nicht maßgeblich. Untersuchungen ergaben, daß die Hauptmenge des Serums durch den Darm, die Nieren und sogar durch die Milch unverändert ausgeschieden wird. Um nun hochwertige Sera herzustellen, muß es Aufgabe der Technik sein, eine möglichst große Anzahl von Antitoxineinheiten in denkbar kleinen Serummengen einzuschließen, um somit eine Ueberladung des Organismus mit artfremdem Serum zu vermeiden und hierdurch die als Anaphylaktogene in Betracht kommenden fremden Eiweißkörper auszuschließen.

Theoretisch könnte nun jede Wunde mit Tetanussporen infiziert werden, und nach H. Schmidt gibt es wohl kaum eine Art der Verletzung, die nicht schon einmal einen Starrkrampf im Gefolge gehabt hat. Allgemein gesprochen disponiert in der Hauptsache jede erdbeschmutzte, schwer zu reinigende, tiefgehende und zerrissene Wunde für eine Tetanusinfektion. Hierdurch und durch das weitverbreitete Auftreten des Erregers scheint die Motivierung uneingeschränkter Serumprophylaxe gegeben, und doch fordern im Schrifttum viele Stimmen ihre Einschränkung, wobei die Serumkrankheit und der anaphylaktische Schock, die bei ihrer Anwendung auftreten können, mit als Hauptgründe angegeben werden. Jedoch darf die Besorgnis vor diesen Erscheinungen nicht dazu führen, die prophylaktische Injektion vollständig aufzugeben, sondern soll eher dazu dienen, die Indikation zur Serumprophylaxe herauszuarbeiten, auf die später noch eingegangen werden soll.

Lokale Bedingungen und geographische Verschiedenheiten spielen, wie Hinstorff, Young, Bullock, Cramer u. a. nachweisen konnten, neben anderen Faktoren, deren Sicherheit für das Auftreten des Tetanus noch nicht einwandfrei geklärt ist, eine große Rolle und lassen die Anwendung einer Prophylaxe zweckmäßig erscheinen. Auch Bürgers macht darauf aufmerksam, daß einzelne Bodenstellen, z. B. Exerzierplätze, besonders zu fürchten sind und daß die Verteilung virulenter Tetanusbacillen weitgehend von lokalen Einflüssen abhängig ist. Ebenso betont Bier, daß die örtlichen Verhältnisse und Erfahrungen maßgebend für die prophylaktische Serumeinspritzung sind.

Klimatische Verhältnisse scheinen gleichfalls von Bedeutung zu sein, denn Sticker führt über die Mitwirkung von Kälteschäden bei Tetanusentstehung Berichte von Schmucker an, daß in den böhmi-

schen Feldlagern des Siebenjährigen Krieges Tetanus auftrat, wenn heiße Tage mit kalten Nächten abwechselten. Ebenso beobachtete Larrey Fälle von Starrkrampf im Heere Napoleons, wenn sich die Verwundeten nachts der feuchten und kalten Luft der Nordostwinde aussetzen mußten, und Sticker wies ferner auf das vermehrte Auftreten von Tetanus im Weltkriege während des Herbstes und Winters hin.

Durch das verhältnismäßig geringe Auftreten des Wundstarrkrampfes in Deutschland vor dem Kriege, durch die Teuerkeit des prophylaktischen Präparates, weiter durch die Frage, ob die genügende Herstellung des Schutzserums im Falle eines Krieges gewährleistet sei und nicht zuletzt durch das skeptische Verhalten bedeutender Chirurgen über den Wert des einzuschlagenden Verfahrens, wie es der Liller Aerztetag im Dezember 1914 und noch spätere Angaben von Kehl vom Februar 1915 zeigten, wurde zunächst verhindert, daß die Frage der Tetanusserumprophylaxe Allgemeingut der Aerzte wurde. Zu dieser pessimistischen Ansicht scheint eine von Madelung veröffentlichte Statistik beigetragen zu haben, nach der vom 1. August bis 31. Oktober 1914 21 Verwundete trotz der Schutzimpfung in 80 verschiedenen Lazaretten an Tetanus erkrankten.

Aber dank der Anregungen des Chefs des Feldsanitätswesens bürgerte sich allmählich vom Oktober 1914 im deutschen Heere die Prophylaxe unter Ausnutzung der serologischen Grundlage ein. Die Serumprophylaxe ist nun eine antitoxische passive Immunisierung nach dem Infekt. Als Schutzdosis verwandte man eine Serumapplikation von 20 Antitoxineinheiten = 5 ccm des v. Behringschen Serums = 2500 internationale Einheiten. Die Resorption der Serummenge wurde durch die subcutane Injektion langsamer gestaltet, sie bewährte sich hierbei besonders, obgleich sonst bei der Serumtherapie von Infektionskrankheiten das Antitoxin zwecks besserer Resorption meist intramuskulär oder intravenös gegeben wird. Da die hierdurch erworbene passive Immunität aber nur etwa eine Woche anhält, so muß diese Injektion des öfteren wiederholt werden, da die Gefahr besteht, daß nach dieser Zeit Keime mobilisiert werden, sei es durch einen eingreifenden Verbandwechsel, eine Geschoßentfernung oder eine gründliche Wundrevision. (Verfügung des Chefs des Feld-San.-Wesens vom 27. 7. 1916.)

Kümmell, Kausch, Ritter, Drüner, Lexer und Franz traten im April 1915 auf dem ersten Kriegschirurgentag in Brüssel energisch

für die allgemeine Prophylaxe ein, und so wurde sie denn von amtlicher Stelle bald für alle Wunden obligatorisch. Die anderen Staaten griffen zu denselben Maßnahmen, und nach Franz „ist mit der Einführung der allgemeinen Prophylaxe der Tetanus aus den Heeren im Weltkrieg bis auf Ausnahmen verschwunden." Das von ihm beigebrachte Material scheint dieser Maßnahme Recht zu geben.

In den ersten sechs Kriegsmonaten des Weltkrieges betrug die Erkrankung an Tetanus bei den Deutschen 0,38% und sank allmählich auf 0,04%, bei den Engländern von 0,88% auf 0,127% und bei den Franzosen von 0,5% auf 0,05%. Die Monatszahlen des ersten Kriegsjahres bei den Deutschen zeigten ebenfalls eine starke Abnahme von November ab, d. h. dem Zeitpunkt der allmählich immer mehr angewandten Serumprophylaxe, und zwar betrugen sie

August	1914	64	Februar	1915	111
September		640	März		86
Oktober		517	April		17
November		361	Mai		71
Dezember		177	Juni		28
Januar	1915	158	Juli		17.

(Die niedrige Augustzahl bezieht Franz auf die schlechte Rapporterstattung der infolge des Vormarsches dauernd verlegten Feldlazarette.)

Franz selbst hatte im Herbst 1914 in den Kriegslazaretten von Roulers bei 2000 gespritzten Verwundeten keinen Fall von Starrkrampf, während in denselben Lazaretten unter 2000 nicht oder nur vereinzelt Schutzgeimpften 17 Fälle von Tetanus vorkamen. Auch Hufnagel fand im November 1914 in Namur ähnliche Zahlen: Unter 1195 Gespritzten erlebte er keinen Tetanus, während sich unter 2193 nicht vorbehandelten Verwundeten 27 Starrkrampferkrankungen befanden. Grauhan erlebte im rumänischen Gebirgskrieg wie sofort wieder Tetanusfälle gehäuft zur Beobachtung gelangten, als wegen Nachschubschwierigkeiten prophylaktische Injektionen unmöglich wurden.

Nach diesen errechneten Zahlen nimmt Konrich an, daß nach Einführung der allgemeinen Prophylaxe trotz der Seruminjektion von 1400 Verwundeten einer an Tetanus erkrankt und von 2800 Verwundeten einer daran stirbt. Nach Konrichs Ansicht „ist doch damit der Tetanusschutzimpfung ein so glänzendes Zeugnis ausgestellt, wie es sonst nur der Pockenschutzimpfung gebührt." Auf Grund der An-

gaben des französischen Sanitätsberichtes sanken auch in Frankreich die Zahlen der an Starrkrampf Erkrankten mit der Einführung der Serumprophylaxe erst allmählich in der zweiten Hälfte des ersten Weltkriegsjahres. Die Zahlen sind:

1. Halbjahr	3949	6. Halbjahr	151
2. „	1143	7. „	47
3. „	267	8. „	132
4. „	268	9. „	18.
5. „	75		

Bier und die Mehrzahl der Chirurgen, die den Weltkrieg mitgemacht haben, sind der Ansicht, daß der Beweis der Leistungsfähigkeit der Serumprophylaxe durch das Massenexperiment des letzten Krieges geliefert wurde, und kommen zu dem Schluß, daß der Tetanus nahezu verschwunden ist. Krecke schreibt dazu: „Der Eindruck, den wir alle von der Wirksamkeit der Tetanus-Antitoxineinspritzungen gehabt haben, war jedenfalls derartig, daß wir unbedingt an ihre Wirkung glauben; dieser Glaube ist denn auch in die Friedenspraxis übergegangen."

Große Erfolge berichtete Letulle aus Indo-China, wo angeblich ein Fünftel der Neugeborenen an Starrkrampf zugrunde ging, während nach Einführung der Serumprophylaxe kein Tetanus mehr zu verzeichnen war. Kraus und Scherk schreiben ebenso der prophylaktischen Seruminjektion auf Grund ihrer Beobachtungen in der Prager Frauenklinik und in New York, wo sich anläßlich der Feier des Unabhängigkeitstages stets viele Verletzungen durch Platzpatronen mit anschließender Tetanusinfektion ereigneten, allergrößte Wirksamkeit zu. Auch Kissinger betont, daß nach der Verabreichung von Serum kein Fall von Starrkrampf mehr in Königshütte O./S. auftrat, nachdem 1924/25 kurz hintereinander ein gehäuftes Auftreten von Tetanus zu beobachten war. Die Zahl der Autoren, die für eine möglichst ausgedehnte Verwendung der Serumprophylaxe, besonders aber bei anaeroben Wundverhältnissen eintreten, ließe sich leicht um ein Vielfaches vermehren. Erwähnt seien noch Rodenwaldt, der auf Grund langjähriger Erfahrungen in Togo und Niederländisch-Indien ebenfalls für die Serumprophylaxe eintritt, Bürkle—de la Camp, Hempel und Loewe.

Wegen der offensichtlichen Erfolge, die die Schutzimpfung besonders im Kriege zu verzeichnen hatte, forderte Sonntag sogar, daß die Unterlassung einer prophylaktischen Antitoxininjektion gegebe-

nenfalls als Kunstfehler zu werten ist, und Schiedermair sagt noch 1926, daß jeder Arzt, der eine Serumprophylaxe unterläßt, fahrlässig handele. Aehnlich äußerte sich O. Loewe. Aber trotz des ubiquitären Vorkommens des Bacillus ist doch die Zahl der Tetanusfälle zu den Verletzungen in den Ländern des gemäßigten Klimas äußerst klein. Franz schätzt den Prozentsatz auf höchstens 0,01—0,02%, für den Frieden und für manche Gegenden noch geringer. Saegesser nennt von der schweizerischen Unfallversicherungsanstalt des Jahres 1928 folgende Zahlen: 1 Tetanusfall auf 20 298 Unfälle, während Hübner 1 Tetanuserkrankung auf 45 926 Unfälle berechnete. Die Art der Verletzung scheint demnach eine Rolle für die Tetanusinfektion zu spielen, und so faßt Stolze den augenblicklichen Stand der Indikation für eine Prophylaxe aus der Literatur folgendermaßen zusammen: Von allen Verletzungen tritt nur in ganz wenigen Fällen ein Wundstarrkrampf ein. Besonders disponieren dazu alle Wunden, die mit Ackererde, Gartenerde oder Straßenschmutz in Berührung gekommen sind, inkl. der Schußwunden. Verschmutzungen von Wunden mit tierischen oder menschlichen Exkrementen, sowie Bißwunden von Tieren sind in zweiter Linie zu berücksichtigen. Darmoperationen mit Darmeröffnung und Wundverschmutzung disponieren wenig zu Tetanus, ebenso Erfrierungen, Verbrennungen, Wasserverunreinigungen und Bergwerksverletzungen. Verletzungen durch Maschinen im Industriebereich sind nur mit bestimmter Indikation als infektionsverdächtig prophylaktisch zu behandeln, und zwar setzt die Serumeinspritzung da ein, wo eine ausgedehnte Wundversorgung angebracht ist, deren Bedeutung Bérard, Bodewig u. a. der Serumprophylaxe gleichstellen. Kunz kommt im Hinblick auf die Disposition einzelner Wundarten für eine Tetanusinfektion zu folgenden Zahlen bei 3891 Krankheitsfällen:

Stichwunden	1138	Offene Frakturen	206
Rißquetschwunden	816	Zerquetschungen	183
Postoperativer Tet.	364	Schußwunden	169
Unfälle d. 4. Juli	275	Verbrennungen	128
Nach Blatternimpfung	218	u. a.	

Gewisse praktische Hinweise ergeben weiterhin für die Anwendung der Serumprophylaxe bei 39 Tetanusfällen der Berner Klinik folgende Verletzungsarten, die als Eintrittspforten des Bacillus in Frage kommen:

8 Verletzungen durch Straßenunfälle (Stürze, Ueberfahrenwerden).
8 Verletzungen durch landwirtschaftliche Maschinen.

7 Verletzungen durch Holzsplitter.
7 Verletzungen durch eiserne Gegenstände (Nägel, Heugabel).
6 Verletzungen bei Barfußgehen.

Die restlichen 4 Fälle sind unspezifischer Natur und haben als Eintrittspforten der Erreger folgende Verletzungen und Wunden: Zungenbiß eines Epileptikers, Ulcera cruris, Insektenstich und Operation an der Nasenschleimhaut mit nachträglicher Infektion beim Dreschen.

Obgleich Rostock, Kirschner, Borchard, Nordmann und viele andere von dem Wert einer prophylaktischen Seruminjektion überzeugt sind, kommen einige doch zu der Einschränkung, daß die Tetanusschutzimpfung, auch rechtzeitig vorgenommen, keine absolute Sicherheit gegen den Starrkrampf bietet. Hübner weist dazu auf die Zusammenstellung Moosbachers hin, derzufolge die Serumprophylaxe in 2031 Fällen, darunter in 107 Fällen mit mehrmaliger Injektion, versagt hat. Es befinden sich aber darunter 1693 Tetanuserkrankungen, die lediglich statistisch erfaßt sind, und da ist die Frage aufzuwerfen, ob die Injektion zeitgerecht vorgenommen wurde, d. h. innerhalb der allgemein festgesetzten 12-Stunden-Grenze, und ob die ausreichende Menge der Antitoxineinheiten gewährleistet war. So beschuldigen Schmidt, Ashurst, Widfeldt, Stone und Cummins in erster Linie eine zu geringe Menge an Antitoxin an dem Versagen. Zu denken ist fernerhin an die Möglichkeit einer Spätinfektion; denn die Dauer der durch die nur einmalig angewandte Seruminjektion erworbenen passiven Immunität wird nach den Tierversuchen von Kolle und Wolff-Eisner und auf Grund der verschiedensten Beobachtungen beim Menschen auf 7 (Aschoff, Robertson) bis 15 Tage, höchstens aber nach Gottlieb und Freund auf 3 Wochen angegeben. Nach der Theorie Aschoffs, Pochhammers und Permins wird das Toxin einer mit Tetanusbacillen infizierten Verletzung wenige Stunden später auf dem Lymph- und Blutweg zum Zentralnervensystem transportiert, und auf diesem Wege nur ist es durch eine passive Immunisierung erreichbar und zu neutralisieren. Nun überschreitet aber die prophylaktische Wirkung nicht die Dauer von 8—10 Tagen. Werden jetzt Keime in der schon erwähnten Weise mobilisiert, oder tritt sonst neues Toxin in den Organismus, wie es nach Verletzungen mit starker Gewebsschädigung mit anschließender Eiterung und Nekrose vorkommen kann, so besteht die Möglichkeit des Ausbruchs von Tetanus, und tatsächlich traten die

Starrkrampffälle trotz Injektion meist nach dem 10. Tage auf, wie es auch die Statistik der Eiselsbergischen Klinik ergab.

Außerdem berichten verschiedene Autoren, z. B. Franz und Tizzoni u. a., daß in einem Teil der Versagerfälle der Tetanus bei langer Inkubationszeit doch milder verlaufen ist, teilweise sogar nur rein lokal den betreffenden Gliedabschnitt betraf und fast niemals tödlich endete.

Anschütz sieht als Ursachen des Versagens u. a. Konstitutionsanomalien wie Status lymphaticus — vielleicht Schilddrüsenerkrankungen — und sekundäres Trauma an.

So empfahl Bazy während des ersten Monats nach Eintritt der Verletzung alle Woche zu spritzen, und die Engländer gaben an, daß die Mortalität von 25,1% bei einmaliger Verabreichung von 500 amerikanischen Einheiten = 1000 internationalen Einheiten auf 7,1% nach dreimaligem Spritzen des gleichen Quantums in Abständen von je einer Woche gesunken sei. Daß nun trotz sachgemäß durchgeführter Injektion Tetanus nicht sicher zu vermeiden ist, liegt vielleicht auch darin begründet, daß es nach Tulloch 4 verschiedene Typen von Tetanusbacillen gibt, von denen aber nur Typus I zur Herstellung von Tetanusimmunserum bei Pferden benutzt wurde. Das so gewonnene Antitoxin neutralisiert zwar auch die Toxine der anderen Typen, aber durch seinen Gehalt an Opsoninen und Agglutininen wirkt es lediglich besonders dem Typus I gegenüber und ist somit gegen die anderen Typen weniger wirkungsvoll. Tullochs Forderung zur Herstellung polyvalenter Sera und deren Anwendung soll nach seiner Ansicht das Versagen der Serumprophylaxe ausschließen.

Neben der rein antitoxischen Vorbeugung aber fordert Franz auch noch eine antibakterielle in Gestalt der chemischen Wunddesinfektion. Es ist klar, daß diese Desinfektion natürlich nur die obersten Wundschichten und Wundgewebe beeinflussen kann. Er empfiehlt als spezifisches Antiseptikum auf Grund der Untersuchungen von Brunner, Gonzenbach, Roux und Leboche das Jod in Form des 5—10% Jodalkohols. Bockenheimer nennt als Antiseptikum seine Antitetaninsalbe, durch deren Gehalt an lipoider Substanz, dem Perubalsam, das Tetanustoxin gebunden wird. Auch das Auswaschen und Ausspülen der verdächtigen Wunde mit chemisch reinem Narkoseäther scheint nach Buzello einen guten Schutz gegen die Tetanusinfektion zu gewähren.

Trotz der anscheinend eindeutigen Beweise der Wirksamkeit der Serumprophylaxe und trotz der extremen Forderungen Sonntags und Schiedermairs ist die in letzter Zeit vom medizinischen und juristischen Standpunkte aus stark diskutierte Frage der prophylaktischen Seruminjektion wohl allgemein dahin entschieden worden, daß ihre Unterlassung dann nicht als Kunstfehler anzusehen ist, wenn eine sachgemäße chirurgische Wundprophylaxe vorgenommen wurde. Diese besteht aus einer genauen Wundrevision und womöglicher Excision der Wundränder und hat das Ziel, den Wundgeweben die Disposition zu nehmen, die zur Einnistung und Vermehrung von Tetanusbacillen notwendig ist. Die die Starrkrampfinfektion begünstigenden Momente, Mischinfektion, gequetschte und zerrissene Wundgewebe, nekrotisches und absterbendes Gewebe, müssen durch diese chirurgische Wundversorgung beseitigt werden. Ebenso müssen alle Fremdkörper aus der Tiefe der Wunde entfernt werden, speziell die, welche als Keimträger in Betracht kommen. Verschmutzte, eiternde Wunden sind offen zu halten, während durch Dränage und Tamponade für genügenden Abfluß des Wundsekretes Sorge zu tragen ist. Der Wert der richtigen chirurgischen Behandlung tetanusverdächtiger Wunden und Verletzungen darf nicht verkannt werden, und es ist somit ein Gebot der Notwendigkeit, sich nicht nur auf die Serumprophylaxe zu verlassen. So kommt Lexer zu der Ansicht, daß eine sachgemäße, frühe Auschneidung einer erdinfizierten Wunde weit wichtiger als eine Serumprophylaxe ist, und auch Hübner sieht den wichtigsten Schutz in einer frühzeitig vorgenommenen Wundexcision nach Friedrich, wenn auch dadurch die Zahl der Tetanusfälle nur vermindert, nicht aber mit absoluter Sicherheit verhindert wird. Zu dem gleichen Urteil gelangt Kunz, daß nämlich eine gründliche Wundrevision und Excision für einen infektionslosen Wundverlauf wesentlich ist. Böhler ist ebenfalls der Ansicht, daß das zuverlässigste Mittel zur Verhütung des Starrkrampfes die richtig durchgeführte Wundausschneidung und damit die Entfernung der Krankheitskeime und ihres Nährbodens ist. Er sagt: „Meinen Glauben an die absolute Wirksamkeit der prophylaktischen Tetanusserumeinspritzung habe ich während des Krieges verloren.“ Im Verlauf des Weltkrieges sind etwa 30 000 Verwundete durch seine Hand gegangen, von denen nur einige Hundert gespritzt worden sind, trotzdem war der Tetanus bei seinem Material „ziemlich selten“. Ferner weist er auf die schon erwähnte Statistik Moosbachers hin, und unter Berufung auf die Literatur und Weltkriegsjahre und seine eigenen

Erfahrungen im Arbeiter-Unfallkrankenhaus in Wien lehnt er zunächst jede Serumprophylaxe und -therapie bei Tetanus ab, kommt aber schließlich doch zu der Einschränkung, daß man, da nicht alle Wunden vollständig ausgeschnitten werden können, in Gegenden, in denen Tetanus erfahrungsgemäß öfter auftritt, die Serumprophylaxe bei verschmutzten Wunden anwenden sollte. Orator fordert neben der prophylaktischen Gabe von Tetanusserum stets noch die aktiv-chirurgische Wundversorgung nach Friedrich, während Garrè-Borchard-Stich hingegen wieder in der sofortigen subcutanen Antitoxininjektion von 2500 internationalen Einheiten die größte Wirksamkeit sehen, um der Gefahr des Starrkrampfes bei einer erdbeschmutzten, dann gründlich gereinigten und mit Jod ausgepinselten Wunde zu begegnen. Da nun auch die Serumprophylaxe der mechanischen Wunddesinfektion gegenüber unabhängig von äußeren Umständen ist, so ist sie schon aus diesem Grunde gegebenenfalls dem chirurgischen Eingriff vorzuziehen, was für den Landarzt von Bedeutung, für den Kriegsfall aber von entscheidender Wichtigkeit ist, weil infolge von Gefechts- und Transportverhältnissen der Verwundete häufig erst nach der 12-Stunden-Grenze in chirurgische Behandlung gelangen kann.

Obgleich nun die Anwendung der Serumprophylaxe bei indizierten Fällen zum festen Bestandteil der Wundbehandlung vieler Aerzte geworden ist, stellt Hübner die Frage ihrer Berechtigung und kommt mit einigen anderen dabei zu einer völlig ablehnenden Haltung. Mit v. Bormann, Schmidt u. a. kommt er infolge des seltenen Vorkommens des Starrkrampfes zu der Ansicht, daß wahrscheinlich die meisten Fälle auch ohne vorbeugende Injektion infektionsfrei geblieben wären. Hübner lehnt ebenso den Standpunkt ab, daß regionale Unterschiede für die Notwendigkeit der Anwendung einer Schutzimpfung eine Rolle spielen und beruft sich dabei auf unsere Bevölkerungsdichte und auf die fortgeschrittene Verkehrstechnik, bei denen eine weitgehende Verschleppung von Tetanusbacillen in Rechnung zu stellen ist. Außerdem führt er auch Sommer an, der in Westfalen den Nachweis erbringen konnte, daß die meisten Tetanusfälle in der Industrie und nicht in der Landwirtschaft vorkamen, und da auch die Vielzahl erdbeschmutzter Wunden aller Art auf dem Lande nicht in ärztliche Behandlung kommt und dennoch keine Vermehrung der Tetanuserkrankungen festzustellen ist, so folgert Hübner schließlich daraus, daß die Disposition für eine Tetanusinfektion aus einer bestimmten Wundart nicht gegeben ist. Die Ursache für die offen-

sichtliche Verminderung der Tetanusfälle im Verlauf des Weltkrieges sieht er im Ausbau des Sanitätswesens und der dadurch gebesserten Möglichkeit, eine durch die möglichst frühzeitige, chirurgische Versorgung weit wirksamere, mechanische Vorbeugung gegenüber der Serumprophylaxe zu erzielen. Franz dagegen lehnt diesen Standpunkt mit der Begründung ab, daß dann bei den großen Offensiven, wo es vielfach an Zeit und Personal mangelte, um unmittelbar nach der Verletzung eine sorgfältige Wundbehandlung vorzunehmen, eine relative Vermehrung des Tetanus hätte eintreten müssen, was statistisch nicht der Fall war. Daß außerdem auch im Frieden eine einwandfreie Wundversorgung kein absolut sicheres Mittel gegen den Starrkrampf bietet, liegt darin begründet, daß man erstens nur einen kleinen Teil der accidentellen Wunden in toto excidieren kann und sich oft mit einer Wundtoilette begnügen muß. Somit aber können immer Gewebspartien erhalten bleiben, in denen das inficierende Agens, die Tetanussporen, haften bleiben. So berichtet Ehalt aus dem Unfallkrankenhaus zu Wien, Leitung L. Böhler, wo jetzt die Serumprophylaxe zugunsten der Wundausschneidung völlig fallengelassen wurde, daß trotz dieser Maßnahme 7 Fälle von Tetanus bei allerdings 50 000 Zufallswunden auftraten. Zweitens sind in der Literatur Fälle bekannt, wo trotz sofortiger Amputation innerhalb weniger Stunden Tetanus auftrat. Z. B. berichtet Saegesser, daß ungeachtet einer Amputation, die im unmittelbaren Anschluß an die Verletzung einer Fingerbeere vorgenommen wurde, tödlich endigender Tetanus auftrat. Drittens kennt man infolge der verschiedenen Virulenz der Bakterien und der verschiedenen Abwehrkräfte des Individuums nicht die Zeit, die die Stoffwechselprodukte der Tetanusbacillen brauchen, um von den Infektionsstellen auf dem direkten Wege über die Achsenzylinder der motorischen peripheren Nerven und auf indirektem durch die Lymphbahnen und das Blut zu den Endapparaten der anderen motorischen Nerven und um von dort schließlich zum Zentralnervensystem zu gelangen, wo sie die Veränderungen bewirken, die ihren sichtbaren Ausdruck in dem successiven Symptomenkomplex des Tetanus — Trismus, Opisthotonus, Pharynx-, Glottis- und Zwechfellkrämpfe usw. — finden.

Einen weiteren Grund für die Verminderung des Wertes der Serumprophylaxe sieht Hübner in den Gefahren, die die Injektion von Tetanusantitoxin in sich birgt, da es an artfremdes Serum gebunden ist, nämlich in der Serumkrankheit, die aber mehr eine zwar äußerst lästige Unannehmlichkeit als eine wirkliche Gefahr für den Betreffen-

den bedeutet, und dem anaphylaktischen Schock. Dieser ist zwar nicht selten, dann aber auch ziemlich bedrohlich und kann mitunter tödlich verlaufen.

Die Erscheinungen der Serumüberempfindlichkeit können dann einsetzen, wenn der Betreffende schon früher einmal mit Serum der gleichen Tierart zu prophylaktischen oder therapeutischen Zwecken gespritzt wurde, oder wenn sich innerhalb kürzerer Zeit mehrere Serumgaben als notwendig erweisen, aber auch dann, wenn der Patient leicht zu anaphylaktischen Reaktionen neigt. Um die Gefahr der Anaphylaxie auf ein Mindestmaß zu beschränken, wurde vorgeschlagen, Seren verschiedener Tierarten (Pferd, Hammel, Rind usw.) anzuwenden. Das Auftreten der Serumkrankheit nach Applikation des antitoxischen Pferdeserums läßt sich auch dadurch noch verringern, daß man den nicht antitoxinhaltigen Eiweißgehalt aus dem Serum entfernt. Am sichersten nimmt man zur Vermeidung der Serumkrankheit nach H. Schmidt das 2000fache Serum, da die Schutzdosis von 1,5 cm^3 nur 0,16 g Eiweiß enthält. Auch die 5 ccm des gereinigten, eiweißarmen 500fachen Serums, das maximal 0,25 g Eiweiß enthält, verringert die Häufigkeit der Serumkrankheit wesentlich. Solche gereinigten Sera stammen aber nur vom Pferde, da der Ausschluß des Eiweißes z. B. bei Rinderseren nur unter erheblichem Antitoxinverlust vor sich geht.

Die Serumkrankheit nun, die in etwa 9% der Fälle auftritt und bei nicht mit Serum vorbehandelten Kranken gewöhnlich am 8.—10. Tag nach der Injektion in Erscheinung tritt, äußert sich in allgemeiner Mattigkeit, Kopfschmerzen und dem sehr lästigen Exanthem, wobei auch Fieber und Schüttelfröste beobachtet werden. Gelegentlich gehen auch Knochen- und Gelenkschmerzen, Diarrhoe, Drüsenschwellungen, Albuminurie und Oedeme mit dem Krankheitsbild einher. Da sich nun in den Organismen aller mit Serum behandelten Menschen die gleichen Antigen-Antikörper-Reaktionen abspielen, die aber meist latent bleiben und nicht zu klinisch manifesten Symptomen führen, suchte man die Ursachen zu ergründen, die zu diesen Erscheinungen führen. Die Beobachtung ergab folgendes: Gewöhnlich neigen Erwachsene mehr als Kinder zur Serumkrankheit. Ferner spielt aber neben einer familiären Disposition für das Zustandekommen der Serumkrankheit auch noch eine gewisse innere Bereitschaft eine Rolle, so ist sie besonders bei Menschen anzutreffen, die an Urticaria, Asthma und sonstigen Idiosynkrasien leiden. Häufig werden auch Vasotoniker betroffen. Um ganz sicher zu gehen,

empfiehlt es sich, um die Disposition für die Anaphylaxie zu erkennen, eine Cutanprobe zu machen. Man spritzt zu diesem Zwecke 0,2 ccm einer 10% Lösung des zu verwendenden Serums in physiologischer Kochsalzlösung und daneben 0,2 ccm Kochsalzlösung intracutan. Zeigt nun nach einer Stunde die Seruminjektionsstelle im Gegensatz zu der anderen reizlosen eine deutliche lokale Entzündung mit Quaddelbildung, oder allgemein gesprochen, wenn überhaupt Anaphylaxie zu befürchten ist, so erscheint die Desensibilisierung angezeigt: Man spritzt dem Patienten zuerst nur 0,5—1 ccm intramuskulär oder intravenös, und erst nach 3—4 Stunden verabreicht man den Rest des Serums subcutan. Allerdings richtet sich die Desensibilisierung in erster Linie gegen die anaphylaktischen Schocksymptome.

Eine spezifische Behandlung der Serumkrankheit ist nicht erforderlich. In der Regel dauert sie nur 2—5 Tage und verschwindet dann ohne nachteilige Folgen. Dem lästigen Juckreiz bei ausgedehntem Exanthem läßt sich durch Pudertrockenbehandlung recht wirksam begegnen. Im übrigen bewähren sich Kalziumpräparate (Afenil, Kalzium-Sandoz, Sanokalzin u. a.) und gegen eine weitere Entwicklung der Serumkrankheit Eigenblutinjektionen.

Der anaphylaktische Schock, die „sofortige Reaktion", läßt als Symptome plötzliche Blutdrucksenkung, Untertemperatur, Dyspnoe, Lungenemphysem und Kollaps erkennen. Jedoch tritt er fast ausschließlich nur nach intravenösen Reinjektionen desselben artfremden Serums auf und ist enorm selten. Bei 2 000 000 prophylaktischen Tetanusimpfungen z. B. sah Bruce in englischen Militärlazaretten nur 2 Schocks. Gegen die Kreislaufschwäche und die Blutdrucksenkung sind Herzmittel wie Adrenalin, Koffein, Kardiazol u. a. indiziert, auch künstliche Atmung hat sich bewährt. Eine auffallende Besserung aller Erscheinungen in kürzester Frist sah v. Stark nach einer leichten Aethernarkose.

Außer den erwähnten Schädigungen werden in der Literatur auch noch vereinzelt Lähmungen und Neuritiden beschrieben, die im Anschluß an eine auftretende Serumkrankheit nach Tetanusantitoxineinspritzungen beobachtet wurden. Fast ausschließlich wird der Schultergürtel, also die Arm-, Schulter- und Brustmuskulatur von diesen Lähmungserscheinungen betroffen. Ueber ein leichtes Ziehen in den Armen können diese Symptome zu schwersten Neuritiden mit Lähmungen und arthrotischen Veränderungen bis zu vollständiger Versteifung der Gelenke führen. Bei diesen Lähmungen wer-

den fast ständig die mittleren Wurzeln des Halsmarkes befallen. Schauwecker und Hahn berichten jedoch auch von Schädigungen des N. recurrens und des N. phrenicus. Der Heilverlauf dieser Erscheinungen ist äußerst verschieden und langwierig. Teilweise verschwinden sie nach mehreren Monaten, jedoch bleiben mitunter auch Dauerschäden zurück, die sich in Gelenkschmerzen und in Behinderung der Gelenkbeweglichkeit äußern. H. Schmidt weist aber darauf hin, daß diese Lähmungen nicht dem Tetanusserum als solchem zur Last zu legen sind, sondern daß sie auch ganz vereinzelt nach Diphtherieserumbehandlung beobachtet wurden. Eine außerordentlich seltene Serumschädigung nach prophylaktischer Tetanusantitoxingabe sahen Seubert und Renisch, die im Kriege bei mehreren Soldaten nach dem anaphylaktischen Schock Nephrosen und Hämaturie feststellten. Renisch erklärt dies durch Schädigung der Nierenendothelien, da ein organisches Leiden auszuschließen war. Ferner wurden als Spätschädigungen noch Myelitis und Augenmuskellähmung erwähnt.

Die Möglichkeit der anaphylaktischen Erscheinung ist aber im Hinblick auf den Schutzwert der Serumprophylaxe ein so unbedeutender Nachteil, daß er keinen ernsthaften Gegengrund gegen die prophylaktische Seruminjektion dem Tetanus gegenüber darstellt, die mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit den Ausbruch des Wundstarrkrampfes verhindert.

Mit als Hauptgrund für die Ablehnung der Serumprophylaxe führt Hübner weiter an, daß nur etwa 1% der praktischen Aerzte und frei praktizierenden Chirurgen die vorbeugende Behandlung anwendet und daß dadurch trotzdem kein vermehrtes Auftreten von Starrkrampf zu verzeichnen ist. Nach Franz jedoch liegt die Ursache der geringen Anwendung nicht – wie Hübner meint – in der Erkennung der Nutzlosigkeit der Prophylaxe begründet, sondern der Grund ist der, daß viele Aerzte in ihrem ganzen Leben keinen Tetanus sehen, die Gefahr scheint ihnen übertrieben und die Serumprophylaxe überflüssig. Nach Feststellung Loewes halten aber doch zwei Drittel der gefragten Aerzte bei indizierten Fällen, d. h. bei Wunden, die mit der Scholle oder Straße in Berührung kamen, die Seruminjektion für erforderlich, und nach einer umfassenden Statistik von Wainwright befürworten auch von 2000 Aerzten 15% die Serumprophylaxe bei Verletzungen, die sich in der Industrie ereignen, während die Statistik Hinstorffs ergab, daß von rund 1500 Aerzten 60%

für eine Serumprophylaxe bei Maschinenverletzungen eintraten, dagegen wurden die Acker- und Straßenverletzungen als 100% serumbedürftig anerkannt.

Das Für und Wider in der Frage der Serumprophylaxe und die nicht alle Teile gleichmäßig befriedigende Antwort hierauf waren wohl der Anlaß, um nach anderen Möglichkeiten zu forschen. So berichtete Piorkowski bereits 1915 von einer gelungenen aktiven Immunisierung bei Mäusen. Fraktionierte Erhitzung von Tetanuskulturen ergab asporogene Rassen, die bei 110 ° abgetötet, dann getrocknet und pulverisiert wurden. Bei Mäusen führte nun dieses in Wunden gestreute oder unter die Haut gespritzte „Tetanuspulver" zu sicherem Schutz gegen den Starrkrampf. Ein gleiches Ergebnis ergab die Abtötung einer Bouillonkultur und die Injektion des Filtrates. Der zu erwartende Vorteil einer aktiven Immunisierung gegenüber der Serumprophylaxe ist wohl in der Hauptsache in der Vermeidung der Anaphylaxiegefahr und in einer langdauernden Immunität zu sehen und gewinnt seine besondere Bedeutung bei Kriegsverhältnissen und bei Berufen, die mit einer verstärkten Möglichkeit einer Tetanusinfektion zu rechnen haben wie Landwirte, Gärtner, Erdarbeiter.

Die Franzosen Ramon und Zoeller bauten auf den von Piorkowski gewonnenen Ergebnissen später weiter auf und injizierten durch Formol entgiftetes Tetanustoxin, dem sie die Bezeichnung „Anatoxin" gaben und dessen antitoxinbildende Wirkung erhalten blieb. Die Anwendung erfolgt so, daß man zuerst 1 ccm des Anatoxins injiziert, 4 Wochen später 2 ccm, um 8 Tage darauf die letzte Injektion von 3 ccm folgen zu lassen. Ramon und Zoeller sahen in dieser durch die „Vaccination contre le tétanos" erzeugten Immunität einen sehr langdauernden, wahrscheinlich sogar lebenslänglichen Schutz. Die französische Heeresverwaltung, die durch die bitteren Erfahrungen des Weltkrieges ganz besonders an den Versuchen einer Tetanusimmunisierung interessiert war, hat auch den Beweis für die immunisierende Wirkung des Anatoxins bringen lassen, genau so, wie sie Nocard die Möglichkeit gab, die prophylaktische Wirkung des Tetanusserums nachzuweisen. Als Ramon und Descombey ihre Arbeiten über das Anatoxin veröffentlichten, ordnete 1927 der Minister für das öffentliche Gesundheitswesen an, Immunitätsversuche in Garnisonen durchzuführen, in denen der Starrkrampf endemisch war. Die angestellten Versuche ergaben, daß die Behandlung mit Anatoxin völlig gefahrlos ist und zeigten ein derart gutes Resultat bei Tieren

und Mannschaften, daß die Tetanusimpfung, die aktive Immunisierung, seit 1936 im französischen Heere obligatorisch ist. Im Mai 1938 äußerte sich die Akademie in Paris sehr anerkennend über den Wert der Anatoxinimpfung und bezeichnete diese aktive Immunisierung als einfach, unschädlich und wirksam.

Auch in der britischen Armee wird neuerdings wie bei der Diphtherie die präventive Vaccination gegen Tetanus mittels eines Alum-Toxoides angewandt. Die besondere Wirksamkeit dieses Toxoides sieht man nicht nur in der Bildung von Antitoxinen im Blut, sondern in der Hauptsache durch die Reizung der reticuloendothelialen Zellen. Hierdurch wird die wirksame Bekämpfung eines Tetanusbacilleninfektes durch die baldig zunehmende Bildung von Antitoxinen hervorgerufen. Man verabfolgt nun zum Zwecke der aktiven Immunisierung 2 Injektionen mit Alum-Toxoid im zeitlichen Abstand von 3 Monaten und injiziert noch einmal vor Beginn von Auslandsdienst oder eines evtl. Krieges, wobei die dritte Injektion u. U. noch mit einer gleichzeitigen Antityphusimmunisierung gekoppelt werden kann.

In Deutschland liegen größere Erfahrungen über die aktive Immunisierung noch nicht vor, obgleich auch hier daran gearbeitet wird, die Serumprophylaxe durch eine aktive Schutzimpfung zu ergänzen, die die Möglichkeit gibt, bei einfacher Anwendungsweise einen dauernden Schutz zu erzielen. Neuerdings gelang es auch den Behring-Werken, konzentriertes Tetanus-Formoltoxoid an Aluminium zu adsorbieren, analog zu den neuen Diphtherie-Adsorbatimpfstoffen. Durch dieses Verfahren ist es möglich, mehr Toxoid und damit mehr Antigen im Volumen unterzubringen, was einen erhöhten immunisatorischen Faktor bedeutet. Dieser neue Impfstoff kann nun im Organismus insofern als Depot wirken, da das an $Al(OH)_3$ adsorbierte Antigen nur langsam, schubweise zur Wirksamkeit gelangt. Untersuchungen ergaben, daß die Tetanus-Adsorbatimpfstoffe den nativen Formoltoxoiden in ihrer Wertigkeit etwa 10fach überlegen sind. Moß und Jones fanden in Amerika, daß 2 Injektionen praecipitierten Tetanustoxoides beim Menschen eine wesentlich größere Immunität bewirken als 3 Einspritzungen des gewöhnlichen Toxoides.

Auch die Verträglichkeit des neuen Impfstoffes wurde beim Menschen geprüft und ergab, daß bei Injektion von 0,5—1 ccm keine wesentlichen Reaktionen auftraten. Geringgradige Hautrötung mit leichter Druckempfindlichkeit klang innerhalb von 48 Stunden vollständig ab.

Da nun mit dem Einsetzen des aktiven Schutzes erst ca. 4 Wochen nach der Injektion zu rechnen ist, so empfiehlt es sich, bei Bestehen der Tetanusgefahr außerdem zur prophylaktischen Seruminjektion zu greifen, die im Bedarfsfalle nach etwa 14 Tagen zu wiederholen ist, da die Höchstdauer der passiven Immunität mit 10—14 Tagen anzusehen ist.

Die Aufgabe der Klinik wird es nun sein, Erfahrungen über den neuen Adsorbatimpfstoff zu sammeln, sprechen doch die bisherigen Beobachtungen dafür, daß die allgemeine aktive Schutzimpfung mittels an Aluminiumhydroxyd adsorbierten Tetanustoxoides in Kürze zu erwarten ist.

Jedenfalls scheint uns hiermit eine äußerst wertvolle Waffe im Kampf gegen den verheerenden Wundstarrkrampf in die Hand gegeben zu sein, die es uns ermöglicht, eine langerstrebte Prophylaxe, die allen Forderungen gerecht wird, einer baldigen Verwirklichung entgegenzuführen.

Zusammenfassung.

1. Bis zur endgültigen Klärung des Wertes einer aktiven Immunisierung mittels an $Al(OH)_3$ adsorbierten Tetanustoxoides besteht auch heute noch die wirksamste Prophylaxe gegen den Wundstarrkrampf in der Anwendung der Serumprophylaxe, die aber nicht wahllos zu erfolgen hat, sondern eine bestimmte Indikation zur Voraussetzung hat.
2. Die Möglichkeit anaphylaktischer Komplikationen ist im Hinblick auf den Schutzwert der Serumprophylaxe ein so unbedeutender Nachteil, daß sie keinen ernsthaften Gegengrund gegen die prophylaktische Seruminjektion darstellt.
3. Die chirurgische Behandlung tetanusverdächtiger Wunden ist ein Gebot der Notwendigkeit, zumal wenn sie die Möglichkeit einer frühen, einwandfreien Wundversorgung bietet.

Zum Schluß ist es mir ein aufrichtiges Bedürfnis, Herrn Prof. Dr. Baetzner für die freundliche Ueberlassung des Themas und das stets hilfsbereite Entgegenkommen in Fragen, die meine Arbeit betrafen, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Baumann: Tetanusserum und Prophylaxe des Tetanus. Schweiz. med. Wschr. 1931/8.

von Behring: Mein Tetanusimmunserum. Berl. klin. Wschr. 1915.

Bérard: Presse méd. 1920/38.

Bérard et Lumière: Presse méd. 1925/59.

Brown: Active immunization against Tetanus. Brit. med. I. 1937/3974.

Buzello: Der Wundstarrkrampf beim Menschen. Neue Deutsche Chirurgie, Bd. 45.

Campell: Tetanusprophylaxe in der Praxis. Die med. Welt 1937/19.

Eiselsberg: Ueber Starrkrampf. Wien. med. Wschr. 1934 I, 229.

Förster: Ein Fall von Tetanus nach Starkstromverbrennung. Münch. med. Wschr. 1921/51.

Franz: Die Wundinfektion mit Tetanuskeimen. Lehrbuch der Kriegschirurgie. Der Chirurg. 1938/10. Jhrgg.

Genz: Tetanusantitoxin und Serumkrankheit. Aerztl. Monatsschr. 1929/II.

Gussmann: Ueber die in den württemb. Heimatlazaretten beobachteten Tetanusfälle seit Kriegsbeginn bis April 1916. Bruns Beitr. z. kl. Chir., Bd. 107.

Heim, Fernbach und Rullger: L'antiseptisation du vêtements du combattant. Ann. pasteur 1919.

Hinstorff: Die Abhängigkeit der Tetanusprophylaxe von der Verschiedenheit des regionalen Vorkommens der Erkrankungen. Der Chirurg: 1933/5. Jhrgg.

Hübner: Tetanusprophylaxe. Der Chirurg: 1938/10. Jhrgg.

Jung: Ueber Schädigungeen nach vorbeugenden Gaben von Tetanusantitoxin und die Verwendung von eiweißarmen Sera. Die med. Welt 1937/18.

Konrich: Die Tetanusprophylaxe im Kriege. Aerztl. Monatsschr. 1929/4

Krecke: Wann ist bei offenen Verletzungen die prophylaktische Einspritzung von Tetanusserum notwendig? Münch. med. Wschr. 1927/32.

Kunz: So bei jeder offenen Verletzung die Serumprophylaxe durchgeführt werden? Wien. med. Wschr. 1935 I, 713.

Lexer: Ueber Wundstarrkrampf in der Praxis. Münch. med. Wschr. 1933 II, 1117.

Müller: Tetanusbehandlung und Tetanusprophylaxe im Licht der modernen Errungenschaften. Münch. med. Wschr. 1937/10.

Saegesser: Der heutige Stand der Tetanusbehandlung unter bes. Berücksichtigung der Magnesiumsulfattherapie. Ergebnisse d. Chir. und Orthop. 1933/Bd. 26.

Schmidt: Zur Serumprophylaxe des Tetanus. Referat nach D. m. W. 1930/5. Die med. Welt 1937/18.

Stolze: Probleme der Tetanusprophylaxe vom klinischen und jur. Standpunkt. Klin. Wschr. 1929/14.
Stricker: Erfahrungen über Tetanus während des Weltkrieges. D. m. W. 1919/39.
Tulloch: Proc. of the roy. soc. of London. Ser. 1919/90.
Uhlenhuth und Händel: Leutholds Gedenkschr. Bd. 1.
Vogeler: Kriegserfahrungen über den Tetanus. Bruns Beitr. 114. Kriegschir. H. 1919/69.
Wolff-Eisner: Versuche über Serumwirkung bei Tetanusinfektion. Zbl. für Bakteriol. 1928/6.
Zoeller: Zur Immunität gegen Tetanus. Soc. méd. d'hôpitaux. séance 18. Nov. 1927.

Lebenslauf.

Am 5. Mai 1916 wurde ich als Sohn des Lehrers Karl Kurtz und seiner Ehefrau Wanda, geb. Liebelt, zu Berlin geboren. Nachdem ich die Grundschule 3½ Jahre lang besucht hatte, kam ich auf das Andreas-Realgymnasium zu Berlin. Dort bestand ich Ostern 1935 das Abiturium. Im Anschluß daran trat ich als Fahnenjunker im San.-Korps in das Infanterieregiment Königsberg/Pr. ein, um die Sanitäts-Offizierslaufbahn einzuschlagen. Nach der militärischen Ausbildung ging es zum Studium nach Berlin, wo ich auch das Physikum bestand. Ein kurzer Studienaufenthalt führte mich nach Tübingen, von wo ich zur Beendigung des Studiums wieder nach Berlin zurückkehrte. Hier legte ich auch nach der Unterbrechung des Studiums durch den Einsatz bei einem Feldtruppenteil im Herbst 1940 das medizinische Staatsexamen ab.